

**J. González, I. Masmitja, S. Gomáriz**

**SARTI Research Group. Electronics Dept. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).**

**Rambla Exposició 24, 08800, Vilanova i la Geltrú. Barcelona. Spain.+(34) 938 967 200.**

**www.cdsarti.org. julian.gonzalez.agudelo@upc.edu**

## Abstract

*This work presents a description of Guanay II AUV ballast system, which consists in 3 blocks of foam distributed along the vehicle, and a weighs system in the central part in order to realize a fine tuning. Likewise it is presented the payload available and the experimental results in pool tests.*

**Keywords**— ballast system, auv

## I. INTRODUCCIÓN

El AUV Guanay II [1][2] es un vehículo desarrollado por el grupo SARTI-UPC con el objetivo de disponer de una plataforma de observación marítima capaz de realizar medidas interdisciplinarias con una alta resolución espacial y temporal, permitiendo realizar estudios medio-ambientales de diversos ámbitos.

Su principio de movimiento es el de navegar sobre la superficie marina siguiendo una ruta preestablecida, detenerse en un punto concreto de estudio y realizar una inmersión de forma vertical tomando datos de la columna de agua. Para realizar esta inmersión en vertical, el vehículo dispone de un pistón para tomar o expulsar hasta 1.5L de agua y así modificar su densidad. La profundidad máxima de trabajo son los 30 m. El vehículo pesa 95 kg y ocupa un volumen de 0.080596 m<sup>3</sup> aproximadamente. A continuación se presenta el sistema de lastre incorporado al vehículo, el cual consiste en 3 bloques de espuma dura junto con un sistema de pesos, los cuales en conjunto sirven para ajustar la flotabilidad neutra del vehículo de manera fina y al mismo tiempo alinear correctamente el centro de gravedad con el centro de flotabilidad para evitar el balanceo o cabeceo del auv en estado de reposo.

## II. DISEÑO DE ESPUMAS

Todo el vehículo fue modelado en SolidWorks, donde se extrajo que su volumen total (volumen que desplazaría en agua) es de 0.080596 m<sup>3</sup>. Igualmente se pesaron cada uno de los diferentes componentes del vehículo, dando un total de 95 kg. Conociendo esto, y que la densidad del agua salada es de 1025 kg/m<sup>3</sup>, el volumen necesario de flotabilidad usando una espuma ideal (0 kg/m<sup>3</sup>) es de:

$$V = \frac{95 \text{ kg}}{1025 \text{ kg/m}^3} - 0.080596 \text{ m}^3$$

$$V \approx 0.012 \text{ m}^3$$

### Ecuación 1

Pruebas preliminares en piscina permitieron comprobar este valor de flotabilidad usando una espuma ligera. En total se usaron 0.01269 m<sup>3</sup> de espuma, distribuidos de la siguiente forma para conservar la horizontalidad: a) 0.00099 m<sup>3</sup> en proa, b) 0.0031 m<sup>3</sup> en el centro y c) 0.0086 m<sup>3</sup> en popa.

Luego de estas pruebas se decidió usar como espuma definitiva un poliuretano duro tipo H130, cuya densidad es de 130kg/m<sup>3</sup> y puede soportar presiones de hasta 85 metros de profundidad sin deformarse. Sus formas se diseñaron siguiendo los perfiles de Myring [3], en los cuales está basada la geometría del vehículo. En la figura 1 se presentan dichos bloques, cuyos volúmenes son: a) 0.0011 m<sup>3</sup> en proa, b) 0.00458 m<sup>3</sup> en el centro y c) 0.01132 m<sup>3</sup> en popa.

Además se fabricó un bloque adicional para la parte central de 0.00458 m<sup>3</sup>, como espuma extra para compensar y poder adicionar un payload de hasta 4 kg aproximadamente (peso en agua) al vehículo. En las ecuaciones (2) se presenta el cálculo de dicho payload, donde  $\rho_e$  es la densidad de la espuma,  $\rho_a$  la densidad del agua,  $V_e$  el volumen de la espuma,  $V_c$  el volumen del cuerpo y  $m_c$  la masa del cuerpo.

$$\begin{aligned}(m_c + \rho_e V_e)g &= \rho_a g(V_c + V_e) \\ m_c - \rho_a V_c &= (\rho_a - \rho_e)V_e \\ \text{Payload} &= (\rho_a - \rho_e)V_e \\ \text{Payload} &= (1025 - 130)0.00458 \\ \text{Payload} &= 4.10 \text{ kg}\end{aligned}$$

### Ecuación 2

## III. SISTEMA DE TRIMADO

Con el fin de poder realizar ajustes finos en la flotabilidad, se le ha adaptado al auv una base rectangular en su parte inferior en donde se pueden adicionar pequeños pesos. Esta base a su vez va sobre un riel de 50 cm de largo, el cual permite mover el conjunto de pesos a una posición determinada y garantizar la alineación vertical entre el centro de gravedad y el centro de flotabilidad del vehículo.

## IV. PRUEBAS EXPERIMENTALES

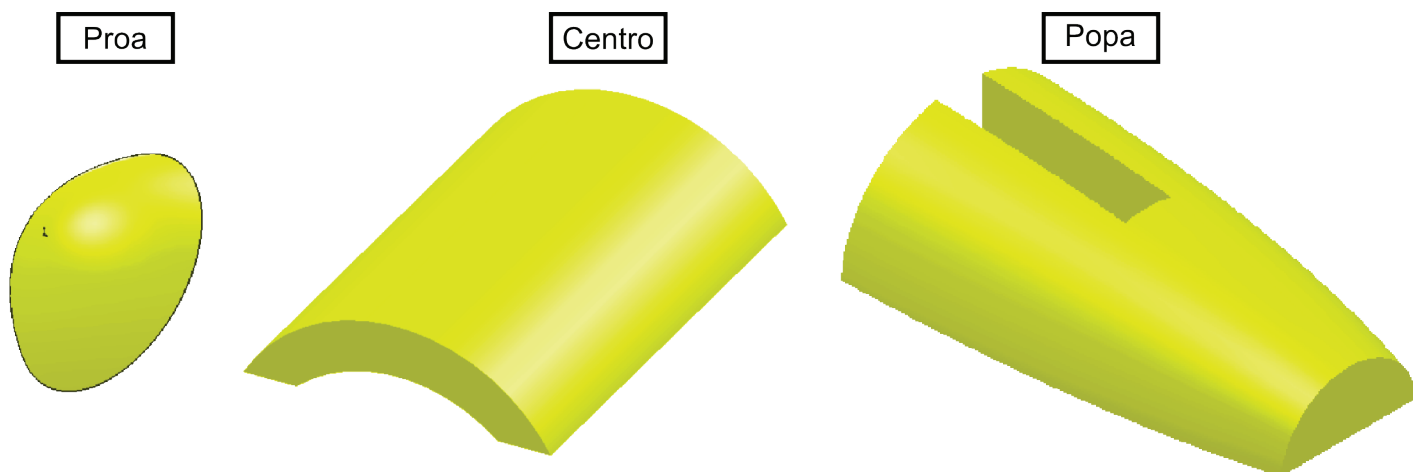
En la figura 2 se muestra la distribución final de todo el sistema de lastre del vehículo. Este sistema fue probado en piscina satisfactoriamente, durante las pruebas se corrigieron pequeños ajustes en cuanto a la posición del bloque de flotabilidad central, y el sistema de trimado permitió realizar los ajustes finos para equilibrar correctamente el vehículo.

## V. CONCLUSIONES

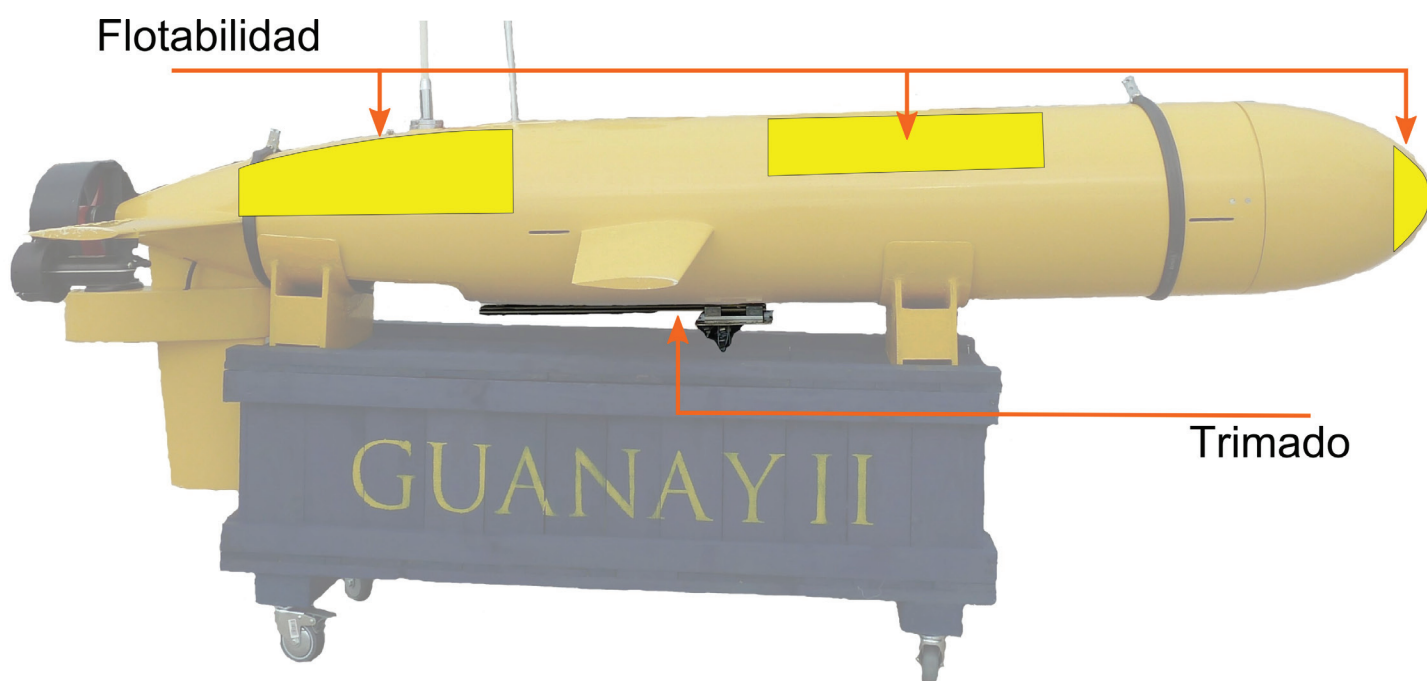
En este trabajo se ha englobado la descripción del sistema de lastre del auv Guanay II, compuesto por sus diferentes bloques de flotabilidad y un sistema de pesos de forma que se garantice no solo la flotabilidad neutra sino también una posición horizontal en estado de reposo. Así mismo se mostró que el payload del vehículo es de aproximadamente 4kg al tener en cuenta el bloque auxiliar de flotabilidad.

## REFERENCIAS

- [1] Masmitja, I., Masmitja, G., González, J., Shariat-Panahi, S., and Gomáriz, S., "Development of a control system for an Autonomous Underwater Vehicle". OES-IEEE AUV'10. Septiembre 2010. Monterey, California.
- [2] Gomáriz, S., González, J., Arbos, A., Masmitja, I., Masmitja, G., Prat, J., "Design and construction of the Guanay-II autonomous underwater vehicle". Oceans'11 OES-IEEE. June 2011. Santander, Spain.
- [3] D. F. Myring, "A theoretical study of body drag in subcritical axisymmetric flow", Aeronautical Quarterly, pp. 186-194, Agosto 1976.



*Fig. 1. Espumas diseñadas para ajustar la flotabilidad del auv.*



*Fig. 2. Sistema de lastre del auv Guanay II*



*Fig. 3 Auv en pruebas*